

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: ABORDAGENS E PERSPECTIVAS

ACTIVE METHODOLOGIES IN THE TEACHING OF DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS: APPROACHES AND PERSPECTIVES

METODOLOGÍAS ACTIVAS EN LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: ENFOQUES Y PERSPECTIVAS

Edna Cordeiro de Souza¹
Islânio de Araújo Dantas²

RESUMO: Esse artigo buscou investigar o uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, considerando os elevados índices de evasão e reprovação historicamente associados a essa disciplina em cursos das áreas de exatas. A pesquisa teve como objetivo identificar e analisar as principais metodologias ativas utilizadas no ensino de Cálculo, bem como suas contribuições e desafios para o processo de aprendizagem. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, de caráter qualitativo, seguindo o protocolo PRISMA (2020) e utilizando o software Parsifal para a organização e análise dos estudos. O levantamento contemplou publicações entre 2014 e 2024 nas bases Periódicos CAPES, SciELO, Scopus, Eric e Web of Science. Dos 2.306 trabalhos inicialmente identificados, 36 estudos foram selecionados para análise. Os resultados permitiram mapear 11 metodologias ativas, destacando-se a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em problemas e a aprendizagem baseada em projetos. Conclui-se que essas metodologias favorecem o protagonismo, a motivação e a compreensão dos estudantes, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e para o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico e da resolução de problemas.

Palavras-chave: Metodologias ativas. Ensino Superior. Cálculo.

¹ Doutora em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Docente do Curso Licenciatura em Matemática na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

² Discente do Curso Licenciatura em Matemática na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

ABSTRACT: This article sought to investigate the use of active learning methodologies in the teaching of Differential and Integral Calculus, considering the high dropout and failure rates historically associated with this subject in programs within the exact sciences. The study aimed to identify and analyze the main active learning methodologies used in Calculus teaching, as well as their contributions and challenges to the learning process. To this end, a qualitative Systematic Literature Review was conducted, following the PRISMA (2020) protocol and using the Parsifal software to organize and analyze the selected studies. The review included publications from 2014 to 2024 indexed in the CAPES Journals Portal, SciELO, Scopus, Eric and Web of Science databases. Of the 2,306 studies initially identified, 36 were selected for analysis. The results made it possible to map 11 active learning methodologies, with particular emphasis on the flipped classroom, problem-based learning, and project-based learning. It was concluded that these methodologies promote student engagement, motivation, and understanding, contributing to more meaningful learning and to the development of autonomy, critical thinking, and problem-solving skills.

Keywords: Active Learning Methodologies. Higher Education. Calculus.

RESUMEN: Este artículo buscó investigar el uso de metodologías activas en la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral, considerando los elevados índices de deserción y reprobación históricamente asociados a esta asignatura en carreras del área de las ciencias exactas. La investigación tuvo como objetivo identificar y analizar las principales metodologías activas utilizadas en la enseñanza del Cálculo, así como sus contribuciones y desafíos para el proceso de aprendizaje. Para ello, se realizó una Revisión Sistemática de la Literatura, de carácter cualitativo, siguiendo el protocolo PRISMA (2020) y utilizando el software Parsifal para la organización y el análisis de los estudios. La revisión contempló publicaciones entre 2014 y 2024 en las bases de datos Periódicos CAPES, SciELO, Scopus, Eric y Web of Science. De los 2.306 trabajos inicialmente identificados, se seleccionaron 36 estudios para su análisis. Los resultados permitieron identificar 11 metodologías activas, destacándose el aula invertida, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos. Se concluye que estas metodologías favorecen el protagonismo, la motivación y la comprensión de los estudiantes, contribuyendo a un aprendizaje más significativo y al desarrollo de la autonomía, el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Palabras clave: Metodologías activas. Educación Superior. Cálculo.

INTRODUÇÃO

O Cálculo Diferencial e Integral é uma disciplina fundamental nos cursos das áreas de Ciências exatas, como Matemática, Física, Química e Engenharia. Sua aprendizagem e domínio são essenciais para o desenvolvimento de diversas habilidades matemáticas e científicas. No entanto, muitos estudantes enfrentam dificuldades na compreensão de seus conceitos, especialmente em razão de sua natureza abstrata e do nível de formalismo exigido. Essas dificuldades podem estar relacionadas à transição do ensino médio, no qual os estudantes, muitas vezes, estão habituados a conteúdos e cálculos mais elementares, para um ambiente acadêmico que demanda maior autonomia e pensamento analítico.

Uma das grandes preocupações relacionadas à disciplina de Cálculo são os elevados índices de evasão e reprovação. Segundo Pereira, Mondini e Moncrosky (2019), esse fenômeno pode estar relacionado a múltiplos fatores, tanto sociais quanto acadêmicos. Um dos principais desafios refere-se à ausência de uma base matemática sólida adquirida na educação básica. Nesse sentido, Macêdo e Gregor (2020) destacam a importância de os professores realizarem uma investigação prévia acerca dos conhecimentos matemáticos dos estudantes, a fim de melhor direcionar o processo de ensino. No entanto, Alvarenga, Dorr e Vieira (2020) argumentam que a deficiência na formação matemática prévia, embora relevante, não é o único fator responsável pelas dificuldades dos estudantes, sendo necessária uma análise mais ampla acerca dessa problemática.

Outro aspecto que pode contribuir para as dificuldades na aprendizagem do Cálculo é a predominância do ensino tradicional, centrado na exposição teórica e na resolução de exercícios, no qual o professor assume o papel de transmissor do conhecimento, enquanto o estudante desempenha uma função predominantemente passiva no processo de aprendizagem. Essa abordagem pode limitar o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia dos estudantes, evidenciando a necessidade de metodologias que os tornem protagonistas de sua aprendizagem e atribuam ao professor o papel de mediador desse processo (PINHEIRO e BOSCARIOLI, 2022).

Diante desse cenário, as metodologias ativas surgem como uma alternativa promissora para tornar o ensino de Cálculo mais dinâmico e eficaz. Essas metodologias buscam promover maior engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem, tornando-os protagonistas na

construção do próprio conhecimento. Nascimento e Feitosa (2020) destacam que tais estratégias metodológicas podem contribuir significativamente para a melhora do desempenho acadêmico dos estudantes.

Na atualidade, embora se observe um crescente interesse pelo uso de metodologias ativas no ensino superior, sua aplicação especificamente no ensino de Cálculo Diferencial e Integral ainda demanda maior aprofundamento. Conforme destacam Pinheiro e Boscarioli (2022), ainda são limitados os estudos que investigam a utilização dessas abordagens nesse campo, especialmente no que se refere às formas e aos contextos em que podem ser implementadas. Diante dessa lacuna, torna-se relevante investigar e sistematizar as experiências relacionadas à utilização de metodologias ativas no ensino de Cálculo, considerando suas potencialidades e os desafios relacionados à sua implementação.

Para responder a essa problemática, o objetivo geral deste artigo consiste em investigar o uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, identificando suas contribuições e desafios para o processo de aprendizagem. De modo mais específico, buscou-se identificar as principais metodologias ativas utilizadas no ensino de Cálculo, analisar as formas e os contextos em que essas abordagens têm sido implementadas, examinar suas contribuições para a aprendizagem e o engajamento dos estudantes e discutir os principais desafios relacionados à sua aplicação. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, de abordagem qualitativa, seguindo o protocolo PRISMA (2020) e utilizando o software Parsifal para a organização e análise dos estudos selecionados.

4

MÉTODOS

Esta pesquisa consiste em uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre o uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Segundo Galvão e Ricarte (2020), a RSL segue procedimentos e protocolos específicos que visam garantir maior transparência, rigor e reprodutibilidade na identificação, seleção e análise dos estudos. Com o objetivo de assegurar esses critérios, adotou-se o protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), amplamente utilizado na condução e no relato de revisões sistemáticas devido à sua abordagem estruturada. O protocolo inclui um checklist e um fluxograma que orientam e apresentam as diferentes etapas da revisão, desde a identificação dos estudos até sua seleção e análise (PAGE et al., 2021).

A revisão seguiu os procedimentos apresentados por Galvão e Pereira (2008). Para a definição da pergunta norteadora da pesquisa, utilizou-se o modelo PICO (População, Intervenção, Comparação e *Outcomes*), apresentado por Santos, Pimenta e Nobre (2007). A utilização desse modelo permitiu delimitar os principais elementos da investigação e orientar a elaboração da estratégia de busca. Assim, definiu-se como população os estudantes do ensino superior que cursam disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral; como intervenção, o uso de metodologias ativas; como comparação, o ensino tradicional, baseado predominantemente em aulas expositivas; e, como resultados, os impactos dessas metodologias na aprendizagem e no desempenho acadêmico dos estudantes.

A partir da estratégia PICO, a revisão buscou responder à seguinte problemática: quais metodologias ativas têm sido utilizadas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral no ensino superior e quais são suas contribuições e desafios para o processo de aprendizagem?

A revisão foi conduzida seguindo as diretrizes do checklist PRISMA e compreendeu as seguintes etapas: i) definição da questão de pesquisa e dos critérios de elegibilidade; ii) realização das buscas nas bases de dados selecionadas; iii) identificação e importação dos estudos para um gerenciador de referências; iv) remoção de estudos duplicados; v) triagem dos estudos a partir da leitura de títulos, palavras-chave e resumos; vi) leitura completa dos estudos potencialmente elegíveis; vii) avaliação da qualidade metodológica dos artigos; e viii) extração, análise e síntese qualitativa dos dados.

A busca foi realizada nas bases de dados científicas Periódicos CAPES, SciELO, Scopus, Eric e Web of Science. As palavras-chave e os descritores foram definidos a partir da pergunta norteadora e dos elementos estabelecidos no modelo PICO. Inicialmente, os termos foram testados nas bases de dados e, a partir dos resultados obtidos, passaram por refinamentos até a definição das combinações finais. As buscas foram realizadas em português e inglês, utilizando os operadores booleanos AND e OR, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Strings de busca.

Idioma	String de busca
Português	("Ensino" OR "Metodologias ativas") AND ("Cálculo diferencial e integral" OR "Cálculo diferencial" OR "Cálculo integral" OR "Cálculo")

Inglês	("Teaching" OR "Active Methodologies") AND ("Differential and integral calculus" OR "Differential calculus" OR "Integral calculus" OR "Calculus")
Português	("Aprendizagem Ativa") AND ("Cálculo diferencial e integral" OR "Cálculo diferencial" OR "Cálculo integral" OR "Cálculo")
Inglês	("Active Learning") AND ("Differential and Integral Calculus" OR "Differential Calculus" OR "Integral Calculus" OR "Calculus")
Português	("Impactos na aprendizagem") AND ("Metodologias ativas" OR "Aprendizagem ativa" OR "Aprendizagem") AND ("Cálculo diferencial e integral" OR "Cálculo diferencial" OR "Cálculo integral" OR "Cálculo")
Inglês	("Impacts on learning") AND ("Active methodologies" OR "Active learning") AND ("Differential and integral calculus" OR "Differential calculus" OR "Integral calculus" OR "Calculus")

Fonte: SOUZA E DANTAS, 2026.

Foram considerados estudos publicados entre os anos de 2014 e 2024, nos idiomas português e inglês, disponíveis nas bases de dados selecionadas. Inicialmente, foram excluídos os estudos duplicados. Posteriormente, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão por meio da análise dos títulos, das palavras-chave e dos resumos. Os estudos considerados potencialmente relevantes foram submetidos à leitura completa. Nessa etapa, foram extraídas informações relacionadas às metodologias ativas utilizadas, às formas de implementação, aos principais impactos percebidos na aprendizagem, aos recursos didáticos e tecnológicos empregados, bem como aos desafios e às limitações relatados pelos estudos.

6

As buscas foram realizadas entre os dias 2 de fevereiro e 14 de abril de 2025, totalizando 2.306 publicações identificadas. Inicialmente, os estudos foram importados para o Parsifal, uma plataforma de apoio à condução de revisões sistemáticas da literatura. Utilizando a ferramenta de identificação e remoção de duplicatas disponível na plataforma, foram excluídos 504 estudos, restando 1.802 trabalhos para as etapas subsequentes de análise.

Na etapa seguinte, procedeu-se à leitura dos títulos, das palavras-chave e dos resumos, classificando os trabalhos como "aceitos" ou "rejeitados", de acordo com sua pertinência em relação ao tema e aos critérios estabelecidos. Posteriormente, os estudos aceitos foram submetidos à leitura completa e à avaliação de qualidade, realizada por meio de critérios previamente definidos.

A avaliação da qualidade dos estudos foi realizada por meio de um conjunto de dez questões, com o objetivo de identificar os trabalhos de maior relevância e consistência para a pesquisa. As questões utilizadas foram: i) o artigo descreve ou analisa o uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral? ii) as metodologias ativas mencionadas incluem práticas específicas, como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos ou gamificação? iii) o artigo apresenta exemplos concretos de implementação de metodologias ativas no ensino de Cálculo? iv) o artigo menciona os recursos didáticos ou tecnológicos utilizados na implementação dessas metodologias? v) o artigo apresenta resultados ou dados que indiquem o impacto das metodologias ativas na aprendizagem dos estudantes? vi) o artigo avalia os resultados de aprendizagem com base em métricas objetivas ou qualitativas? vii) o artigo identifica desafios ou barreiras enfrentados durante a implementação das metodologias ativas no ensino de Cálculo? viii) o artigo sugere soluções ou estratégias para superar os desafios apontados? ix) o artigo apresenta propostas de estratégias metodológicas inovadoras aplicáveis a contextos semelhantes? e x) o artigo é relevante para a pesquisa por apresentar dados empíricos ou análises teóricas aprofundadas sobre o tema?

As questões foram inseridas no Parsifal e utilizadas como instrumento de apoio à avaliação dos estudos. Para cada questão, as respostas foram categorizadas como “sim”, “não” ou “parcialmente”, recebendo pontuação 1, 0 e 0,5, respectivamente. Ao final da avaliação, os artigos que obtiveram pontuação igual ou superior a 9 foram selecionados para compor o *corpus* da revisão.

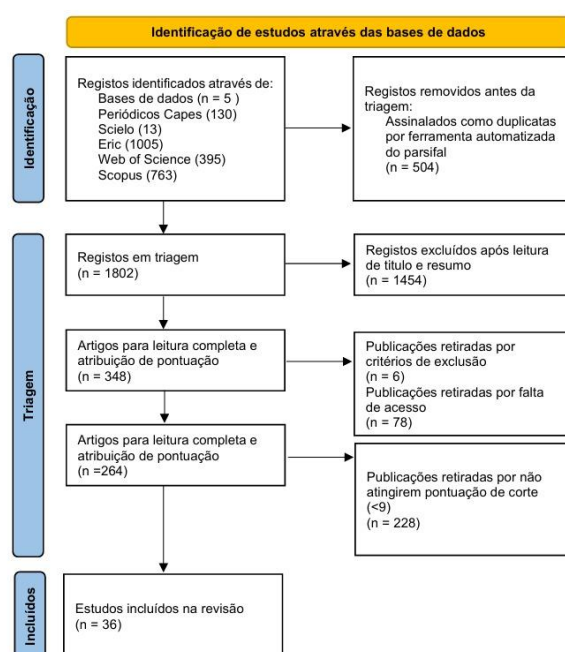
Considerando a quantidade de estudos selecionados para leitura completa, utilizou-se a ferramenta de inteligência artificial SciSpace como recurso auxiliar para a organização e a leitura dos artigos. Conforme destacado por Bot (2025), ferramentas dessa natureza podem contribuir para tornar o processo de análise de documentos mais dinâmico, possibilitando a organização de informações, a elaboração de sínteses e a visualização de dados por meio de tabelas, filtros e interações em formato de *chat*. Os artigos selecionados foram inseridos na ferramenta e submetidos a comandos específicos (*prompts*) elaborados a partir das questões de pesquisa e dos critérios de avaliação definidos previamente. A ferramenta foi utilizada como apoio à identificação e organização das informações relevantes, não substituindo a leitura, a interpretação e as decisões de inclusão e análise realizadas pelos pesquisadores.

Por fim, após a seleção dos estudos que atenderam aos critérios de qualidade estabelecidos, procedeu-se à extração dos dados relevantes. As informações obtidas foram organizadas e analisadas qualitativamente, possibilitando a identificação de padrões, tendências, potencialidades, impactos, desafios e limitações relacionados à utilização de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, seguindo as diretrizes do PRISMA (2020), apresenta-se o percurso realizado durante o processo de identificação, triagem, elegibilidade e seleção dos estudos que compuseram esta revisão. O fluxograma sintetiza as etapas desenvolvidas, desde a identificação inicial das publicações até a definição do *corpus* final da pesquisa (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma do processo de identificação, triagem e seleção dos estudos.



Fonte: SOUZA E DANTAS, 2026.

Após o processo de triagem e avaliação da qualidade, foram selecionados 36 artigos para compor o *corpus* da revisão. Os trabalhos apresentaram pontuação igual ou superior a 9, de acordo com os critérios de avaliação estabelecidos. Desses estudos, 14 foram publicados em

português e 22 em inglês, sendo desenvolvidos, principalmente, em cursos das áreas de Engenharia e Matemática.

A análise dos estudos permitiu identificar 11 metodologias ou estratégias relacionadas à aprendizagem ativa no ensino de Cálculo, abrangendo aprendizagem baseada em equipes, aprendizagem baseada em jogos, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem colaborativa, aprendizagem cooperativa, assimilação solidária, instrução por pares, resolução de problemas, sala de aula invertida e uso de tecnologias digitais. A Tabela 1 sistematiza essas ocorrências, indicando o número de estudos em que cada metodologia ou estratégia foi identificada e os principais achados relatados pelos autores quanto às suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem.

Tabela 1 – Metodologias e estratégias de aprendizagem ativa identificadas nos estudos incluídos.

Metodologia ou estratégia	Estudos	Síntese dos principais achados
Aprendizagem baseada em equipes	1	Maior envolvimento e feedback positivo; desenvolvimento de competências sociais.
Aprendizagem baseada em jogos	4	Maior autonomia, participação e desempenho; valorização do trabalho colaborativo e de situações contextualizadas.
Aprendizagem baseada em problemas	3	Maior participação e empenho; aplicação de conceitos em situações práticas e resultados favoráveis à aprendizagem.
Aprendizagem baseada em projetos	3	Exploração de aplicações do Cálculo, criatividade, comunicação e maior engajamento.
Aprendizagem colaborativa	1	Aumento da confiança e avaliação positiva das atividades desenvolvidas em grupo.
Aprendizagem cooperativa	2	Resultados favoráveis à aprendizagem e ao raciocínio matemático, especialmente quando articulada ao uso de tecnologias.
Assimilação solidária	1	Diferentes percepções sobre a proposta e valorização do trabalho em grupo.
Instrução por pares	2	Maior interação e novas experiências de aprendizagem, embora alguns estudantes apresentem preferência por práticas tradicionais.
Resolução de problemas	5	Maior interesse, colaboração, motivação e participação; desenvolvimento de conjecturas e aplicação de conceitos.

Sala de aula invertida	11	Melhoria do desempenho, da interação e da motivação; desafios relacionados à preparação prévia, às turmas numerosas e à adesão dos estudantes.
Tecnologias digitais	6	Apoio à visualização e exploração de conceitos; feedback imediato e maior motivação quando integradas aos objetivos pedagógicos.

Fonte: SOUZA e DANTAS, 2026.

Em alguns estudos, mais de uma metodologia ou estratégia foi utilizada de forma articulada. Por essa razão, a frequência de identificação apresentada na Tabela 1 não corresponde necessariamente ao número total de estudos incluídos. Entre as estratégias identificadas, a sala de aula invertida apresentou a maior frequência, estando presente em 11 dos 36 estudos analisados. As pesquisas relacionadas a essa metodologia abordaram principalmente conteúdos de Cálculo I, como limites, derivadas e integrais, e utilizaram predominantemente abordagens quantitativas ou mistas.

A análise dos procedimentos metodológicos adotados nos estudos selecionados permitiu identificar diferentes abordagens de pesquisa. Dos 36 artigos analisados, 13 apresentaram abordagem qualitativa, com avaliação dos resultados baseada principalmente em entrevistas e percepções de professores e estudantes. Nove estudos utilizaram abordagem quantitativa, empregando procedimentos como questionários, pré-testes e pós-testes. Os demais 14 adotaram abordagem mista, combinando procedimentos qualitativos e quantitativos.

A diversidade das abordagens metodológicas evidencia diferentes perspectivas de investigação sobre o uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Enquanto os estudos qualitativos possibilitaram compreender percepções, experiências e desafios relacionados à implementação dessas metodologias, as pesquisas quantitativas buscaram avaliar aspectos como desempenho e aprendizagem. Por sua vez, os estudos de abordagem mista articularam dados numéricos às experiências dos participantes, permitindo uma compreensão mais abrangente do ensino e da aprendizagem de Cálculo.

Quanto aos resultados associados às metodologias e estratégias identificadas, os estudos relataram diferentes contribuições e desafios relacionados à participação, à motivação e ao desempenho dos estudantes. Esses resultados são apresentados a seguir, considerando as estratégias de ensino identificadas nos estudos incluídos.

Entre as estratégias analisadas, a sala de aula invertida apresentou a maior frequência de ocorrência. Nos estudos de Maciejewski (2016), Cronhjort, Filipsson e Weurlander (2018), Turra et al. (2019), Ramadhani, Bina e Syahputra (2022) e Ramli et al. (2024), foram identificados resultados relacionados à melhoria do desempenho acadêmico, especialmente em comparações entre grupos submetidos à sala de aula invertida e grupos que participaram de aulas desenvolvidas a partir de estratégias mais tradicionais. Também foram relatados aumento da participação, da interação e do envolvimento dos estudantes com as atividades propostas.

Em relação à organização do processo de ensino, esses resultados sugerem que a sala de aula invertida pode contribuir para a reorganização do tempo pedagógico, permitindo que o contato inicial com determinados conteúdos ocorra antes do encontro presencial e que o tempo em sala seja direcionado para atividades de discussão, resolução de problemas e interação entre estudantes e professores.

Apesar dessas contribuições, a implementação da metodologia também apresentou desafios. Nos estudos de Gouia-Zarrad e Gunn (2017), Sullivan-Green, Mathur e Feinstein (2017) e Pavanello e Lima (2017), foram relatadas dificuldades relacionadas à realização das atividades prévias pelos estudantes, ao acompanhamento de turmas numerosas e à necessidade de adaptação do planejamento docente. Em alguns casos, a não realização de atividades preparatórias, como a visualização de vídeos, comprometeu o desenvolvimento das propostas presenciais. Esses resultados reforçam a necessidade de planejamento e acompanhamento ao longo das diferentes etapas da metodologia.

Além da sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em problemas e a resolução de problemas também apresentaram presença significativa entre os estudos analisados. Embora possuam características próprias, ambas utilizam situações-problema como elementos centrais do processo de aprendizagem, incentivando os estudantes a mobilizar conhecimentos, discutir possibilidades e buscar soluções. Nos estudos relacionados à aprendizagem baseada em problemas, foram identificados resultados associados ao aumento da participação, à aplicação de conceitos de Cálculo em situações práticas e ao desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas. Lopes e Reis (2019), por exemplo, destacaram maior empenho dos estudantes na realização das tarefas, enquanto Zetruslita e Ariawan (2020) identificaram melhor desempenho do grupo experimental em determinados aspectos da aprendizagem.

Também foram identificados desafios relacionados à adoção dessa abordagem. Guimarães (2018) destacou dificuldades dos estudantes em assumir uma posição mais autônoma no processo de aprendizagem, enquanto Lopes e Reis (2019) apontaram limitações relacionadas ao tempo disponível para o desenvolvimento das atividades. Esses resultados indicam que a transição para propostas que exigem maior participação e autonomia dos estudantes pode demandar um período de adaptação, bem como acompanhamento sistemático por parte do professor.

No que se refere especificamente à resolução de problemas, os estudos identificaram resultados relacionados ao aumento da participação, da colaboração e do interesse dos estudantes. Nunes et al. (2020) destacaram o entusiasmo e a participação dos estudantes, enquanto Gomes e Stahl (2020) apontaram melhorias na aprendizagem e no interesse pela disciplina. Sodré, Laudares e Furletti (2023), por sua vez, identificaram resultados relacionados à motivação e ao comprometimento. Entretanto, também foram relatadas dificuldades relacionadas à compreensão dos enunciados e à presença de termos técnicos desconhecidos pelos estudantes. Esses aspectos evidenciam a importância de adequar as situações-problema ao nível de conhecimento dos participantes e de desenvolver uma mediação docente que acompanhe o processo de construção das soluções.

Outra estratégia identificada nos estudos foi a aprendizagem baseada em projetos, que apresentou resultados relacionados ao envolvimento dos estudantes e à aplicação dos conceitos de C culo em situações contextualizadas. Cohen, Pivarski e Arévalo (2016) destacaram aspectos relacionados   comunicação, ao sentimento de pertencimento e   possibilidade de explorar aplicações do C culo. No estudo de Cargni i-Stieler et al. (2019), os estudantes aplicaram conceitos relacionados às derivadas em situações vinculadas a contextos reais, enquanto Aguiar e Aguiar (2020) identificaram maior engajamento entre as equipes durante o desenvolvimento de um projeto aplicado   disciplina de C culo. A falta de tempo para o desenvolvimento das atividades, entretanto, foi apontada como uma dificuldade, evidenciando a necessidade de organização adequada das diferentes etapas dos projetos.

Em relação às estratégias fundamentadas no trabalho em grupo, a aprendizagem baseada em equipes, identificada no estudo de Ford (2018), apresentou resultados relacionados ao maior envolvimento dos estudantes, ao feedback positivo e ao desenvolvimento de competências que ultrapassam o domínio dos conteúdos matemáticos. De forma semelhante, a aprendizagem

colaborativa, analisada por Pinto, Mendonça e Nicola (2022), apresentou resultados relacionados ao aumento da confiança dos estudantes e à avaliação positiva das atividades desenvolvidas em grupo.

A aprendizagem cooperativa também apareceu associada ao uso de recursos tecnológicos. No estudo de Yimer (2022), a combinação entre aprendizagem cooperativa e GeoGebra apresentou resultados relacionados à melhoria da aprendizagem e à exploração de diferentes representações matemáticas.

Os estudos que envolveram tecnologias digitais demonstraram a presença de diferentes recursos no ensino de Cálculo. Takáči, Stankov e Milanovic (2015) identificaram resultados favoráveis à utilização do software em atividades desenvolvidas em grupos colaborativos. Nobre et al. (2016) destacaram sua importância como ferramenta de apoio ao estudo do Cálculo, enquanto Oliveira, Gonçalves e Piascon (2018) apontaram sua relevância para os processos de ensino e aprendizagem de conceitos relacionados ao Cálculo Diferencial e Integral. Trevisan, Fonseca e Palha (2018) também destacaram o potencial das tecnologias digitais para a exploração de conceitos, a formulação de conjecturas e o desenvolvimento de diferentes formas de raciocínio.

Em conjunto, esses resultados indicam que os recursos tecnológicos podem favorecer a visualização e a exploração de conceitos abstratos, especialmente quando integrados a estratégias pedagógicas que incentivem a participação ativa dos estudantes. Dessa forma, os benefícios identificados não podem ser atribuídos exclusivamente à tecnologia, mas também à maneira como ela é incorporada às atividades de aprendizagem e aos objetivos pedagógicos estabelecidos.

A aprendizagem baseada em jogos também foi identificada como estratégia utilizada no ensino de Cálculo e de conteúdos matemáticos relacionados. Xavier e Xavier (2017) destacaram resultados relacionados à autonomia, à melhoria do desempenho e à avaliação positiva dos estudantes. Ting, Lam e Shroff (2019) identificaram resultados favoráveis à utilização de jogos colaborativos em uma disciplina universitária de Matemática, enquanto Zabala-Vargas et al. (2020) destacaram aspectos relacionados ao trabalho colaborativo, ao uso de problemas contextualizados e à participação dos estudantes. Esses resultados indicam que os jogos podem contribuir para tornar as atividades mais dinâmicas e participativas, desde que articulados aos objetivos de aprendizagem e aos conteúdos trabalhados.

No que se refere às estratégias identificadas em menor número de estudos, a assimilação solidária foi analisada no estudo de Zimdarshi e Munhoz (2018). Os autores relataram diferentes reações dos estudantes diante da implementação da proposta: enquanto alguns apresentaram avaliação favorável, outros demonstraram resistência e preferência por elementos característicos do ensino tradicional. O estudo também destacou a importância do trabalho em grupo.

Resultados relacionados à diversidade das experiências dos participantes também foram identificados nos estudos que utilizaram a instrução por pares. Weurlander e Cronhjort (2017) observaram diferentes experiências entre os participantes, com alguns estudantes avaliando positivamente a metodologia e outros manifestando resistência às mudanças propostas. Von Herrmann e Clark (2022), por outro lado, destacaram experiências relacionadas à imaginação, à criatividade e à participação dos estudantes.

Em conjunto, esses resultados indicam que a implementação de metodologias ativas não produz necessariamente reações homogêneas entre os estudantes. A experiência prévia com modelos de ensino predominantemente expositivos, as expectativas em relação ao papel do professor e os diferentes níveis de autonomia podem influenciar a forma como essas estratégias são recebidas pelos estudantes.

De modo geral, os estudos selecionados apresentaram resultados frequentemente associados ao aumento do engajamento, da participação, da motivação e da interação entre os estudantes. Também foram identificados resultados relacionados à melhoria do desempenho acadêmico, à compreensão dos conteúdos e ao desenvolvimento de competências como autonomia, colaboração, comunicação, pensamento crítico e resolução de problemas.

Embora os resultados apontem diferentes contribuições das metodologias ativas, também foram identificados desafios recorrentes em sua implementação. Entre eles, destacam-se a resistência de alguns estudantes às novas formas de organização das aulas, a dificuldade de adaptação a uma participação mais autônoma, a limitação do tempo disponível para o desenvolvimento das atividades, a implementação das propostas em turmas numerosas e a necessidade de planejamento e acompanhamento docente. A resistência foi identificada principalmente em situações que exigiam mudanças significativas em relação ao modelo tradicional de ensino, indicando que a adoção de novas estratégias não garante, por si só, o envolvimento imediato dos estudantes.

Outro aspecto evidenciado pelos estudos foi a importância da contextualização dos conteúdos. Estratégias baseadas em problemas e projetos apresentaram resultados relacionados à aplicação dos conceitos de Cálculo em situações vinculadas às áreas de Engenharia e a outros contextos profissionais. Essa aproximação pode favorecer o estabelecimento de relações entre os conceitos matemáticos e suas possíveis aplicações.

Diante dos resultados analisados, observa-se que as metodologias ativas apresentam diferentes possibilidades de aplicação no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, envolvendo estratégias de trabalho colaborativo, resolução de problemas, projetos, jogos, tecnologias digitais e reorganização da dinâmica da sala de aula. Entretanto, a diversidade das metodologias, dos conteúdos abordados, dos contextos de aplicação e dos instrumentos utilizados para avaliar os resultados dificulta comparações diretas entre os estudos. Assim, os resultados indicam contribuições relevantes dessas abordagens em diferentes contextos, sem permitir estabelecer uma única metodologia como universalmente mais adequada ou eficaz.

Como limitações desta revisão, destacam-se o recorte temporal adotado, a seleção de estudos publicados em português e inglês e a utilização das bases de dados definidas no protocolo da pesquisa. Esses critérios podem ter limitado a identificação de outras pesquisas relevantes. Além disso, a diversidade dos contextos e dos procedimentos de avaliação utilizados nos estudos impossibilita a generalização dos resultados.

15

Nesse sentido, futuras pesquisas podem aprofundar a investigação sobre os efeitos das diferentes metodologias ativas em conteúdos específicos de Cálculo, considerando aspectos como desempenho acadêmico, autonomia, motivação e desenvolvimento do pensamento crítico. Estudos longitudinais também podem contribuir para compreender de que forma os efeitos dessas metodologias se mantêm ao longo da trajetória acadêmica.

Assim, os resultados desta revisão evidenciam diferentes experiências relacionadas ao uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, bem como contribuições e desafios associados à sua implementação. A adoção dessas estratégias deve ser compreendida como um processo que envolve escolhas pedagógicas, planejamento e adequação às características dos estudantes e do contexto educacional. A sistematização das experiências identificadas pode contribuir para subsidiar novas pesquisas e apoiar docentes interessados na adoção de práticas que favoreçam uma participação mais ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo identificar, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, as metodologias ativas utilizadas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral. A análise dos 36 estudos selecionados permitiu identificar 11 metodologias ou estratégias associadas às práticas de aprendizagem ativa, destacando-se a sala de aula invertida e a aprendizagem baseada em problemas entre as abordagens mais frequentes. Também se evidenciou a presença de recursos tecnológicos, especialmente o GeoGebra, utilizado como ferramenta de apoio à visualização, exploração e manipulação de conceitos considerados abstratos no ensino de Cálculo.

De modo geral, os estudos analisados apontaram resultados relacionados ao aumento do engajamento, da participação e da motivação dos estudantes, bem como à melhoria da compreensão dos conteúdos e do desempenho acadêmico. Nos estudos que realizaram comparações entre grupos, foram identificados, em diferentes contextos, resultados favoráveis aos estudantes submetidos a abordagens de aprendizagem ativa em relação àqueles que participaram de aulas desenvolvidas predominantemente a partir de estratégias tradicionais. Além disso, as metodologias analisadas apresentaram potencial para favorecer o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico, da colaboração e da resolução de problemas.

16

Entretanto, a análise dos estudos também evidenciou desafios relacionados à implementação dessas metodologias. Entre as principais dificuldades identificadas estão a realização das atividades em turmas numerosas, a participação efetiva dos estudantes em todas as etapas das propostas, o tempo disponível para o desenvolvimento das atividades, a desmotivação de alguns estudantes e a resistência ou preferência por práticas tradicionais de ensino, às quais muitos já estão habituados. Esses aspectos demonstram que a implementação de metodologias ativas exige planejamento, acompanhamento e adequação às características dos estudantes e do contexto educacional.

Os resultados desta revisão apresentam contribuições teóricas e práticas para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral. O estudo sistematiza metodologias e estratégias utilizadas na área, reunindo informações sobre possibilidades de aplicação, resultados e desafios. Na prática, esses achados podem subsidiar professores na seleção e no planejamento de abordagens

compatíveis com os objetivos de aprendizagem e os conteúdos trabalhados. Para os estudantes, essas metodologias podem favorecer maior participação, interação, autonomia e envolvimento com os conteúdos, enquanto o professor atua como mediador e organizador das experiências de aprendizagem.

Como limitações desta pesquisa, destacam-se o recorte temporal de dez anos, a utilização de *strings* de busca específicas, a seleção de estudos publicados em português e inglês e a escolha das bases de dados consultadas. Tais critérios podem ter limitado a identificação de outras pesquisas relevantes sobre o tema. Além disso, a diversidade dos contextos de aplicação, dos conteúdos de Cálculo abordados e dos instrumentos utilizados para avaliar os resultados dificultou a comparação direta entre os estudos e a definição de uma metodologia que possa ser considerada universalmente mais adequada ou eficaz.

Diante dessas limitações, sugerem-se novas revisões que ampliem o período, as bases e os termos de busca, bem como estudos sobre impactos e desafios da implementação de metodologias ativas em conteúdos específicos de Cálculo. Também são relevantes pesquisas que sistematizem essas abordagens conforme conteúdos, objetivos de aprendizagem e contextos de aplicação.

Assim, esta revisão evidencia que as metodologias ativas apresentam diferentes possibilidades para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Contudo, seus resultados e possibilidades de aplicação estão relacionados às características de cada metodologia, ao contexto em que é implementada, ao planejamento docente e à participação dos estudantes. Dessa forma, a sistematização das experiências identificadas pode contribuir para ampliar o conhecimento sobre essas práticas e subsidiar futuras pesquisas e iniciativas voltadas ao ensino e à aprendizagem de Cálculo.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Agradecemos à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) pelo apoio financeiro concedido por meio de bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. ALVARENGA, K. B.; DORR, R. C.; VIEIRA, V. D. O ensino e a aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: características e interseções no Centro-Oeste brasileiro. *Revista Brasileira de Ensino Superior*, 2017; 2(4): 46-57.
2. COHEN, S.; PIVARSKI, M.; GONZÁLEZ-ARÉVALO, B. Students as Partners in Curricular Design: Creation of Student-Generated Calculus Projects. *Science Education and Civic Engagement*, 2017; 9(1): 10-23.
3. CRONHJORT, M.; FILIPSSON, L.; WEURLANDER, M. Improved Engagement and Learning in Flipped-Classroom Calculus. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 2018; 37(3): 113-121.
4. FORD, J. Blending Team-Based Learning with Standards-Based Grading in a Calculus Classroom. *PRIMUS*, 2018; 28(4): 336-353.
5. GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. *Logeion: Filosofia da Informação*, 2019; 6(1): 57-73.
6. GOMES, D. M.; STAHL, N. S. P. A Resolução de Problemas no Ensino de Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos de Engenharia: uma experiência. *Revista Thema*, 2020; 17(2): 294-308.
7. GUIMARÃES, G. G. Entre a teoria e a prática: uma proposta no processo de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral em Engenharia Civil. *Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática*, 2019; 2(1).
8. LOPES, A. P. C. E.; REIS, F. S. Vamos viajar? Uma abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas no Cálculo Diferencial e Integral com alunos de Engenharia. *Revista de Educação Matemática*, 2019; 16(23): 449-469.
9. MACÊDO, J. A.; GREGOR, I. C. S. Dificuldades nos processos de ensino e de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral. *Educação Matemática Debate*, 2020; 4(10): 1-24.
10. MACIEJEWSKI, W. Flipping the Calculus Classroom: An Evaluative Study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 2016; 35(4): 187-201.
11. NASCIMENTO, J. L.; FEITOSA, R. A. Metodologias ativas, com foco nos processos de ensino e aprendizagem. *Research, Society and Development*, 2020; 9(9): e622997551.
12. NOBRE, C. N. et al. The Use of GeoGebra Software as a Calculus Teaching and Learning Tool. *Informatics in Education*, 2016; 15(2): 253-267.
13. NUNES, C. B. et al. O Ensino-Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral através da Resolução de Problemas no Curso de Engenharia Civil. *Revista de Educação Matemática*, 2020; 17: e020029.

14. PAGE, M. J. et al. A declaração PRISMA 2020: uma diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *BMJ*, 2021; 372.
15. PAVANELO, E.; LIMA, R. Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. *Bolema*, 2017; 31(58): 739-759.
16. PEREIRA, B. F. A.; MONDINI, F.; MOCROSKY, L. F. Expondo os índices de permanência e continuidade na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I em cursos de Engenharia na UNESP – Câmpus de Guaratinguetá. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática*, 2019; 3(3): 841-853.
17. PINHEIRO, G. D.; BOSCARIOLI, C. Metodologias ativas e o ensino de Cálculo Diferencial e Integral I em cursos de Engenharia: uma revisão da literatura. *Revista de Ensino de Engenharia*, 2022; 41.
18. RAMADHANI, R.; BINA, N.S.; SYAHPUTRA, E. Flipped Classroom Assisted Autograph in Calculus Learning for Engineering Students: A Rasch Measurement Study. *Mathematics Teaching Research Journal*, 2022; 14(4): 36-55.
19. RAMLI, M. S. et al. Effects of Flipped Classroom Towards Calculus Performance and Mathematical Creative Thinking Skills Among Higher Institution Students. *Journal of Institutional Research South East Asia*, 2024; 22(1): 70-96.
20. SANTOS, C. M. C.; PIMENTA, C. A. M.; NOBRE, M. R. C. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 2007; 15: 508-511.
21. SODRÉ, R.; LAUDARES, J. B.; FURLETTI, S. Resolução de Problemas de Cálculo Diferencial e Integral Contextualizados na Engenharia Civil. *Abakós*, 2023; 11(2): 67-90.
22. TAKAČI, D.; STANKOV, G.; MILANOVIC, I. Efficiency of Learning Environment Using GeoGebra When Calculus Contents Are Learned in Collaborative Groups. *Computers & Education*, 2015; 82: 421-431.
23. TURRA, H. et al. Flipped Classroom Experiences and Their Impact on Engineering Students' Attitudes Towards University-Level Mathematics. *Higher Education Pedagogies*, 2019; 4(1): 136-155.
24. WEURLANDER, M.; CRONHJORT, M.; FILIPSSON, L. Engineering Students' Experiences of Interactive Teaching in Calculus. *Higher Education Research & Development*, 2017; 36(4): 852-865.
25. YIMER, S. T. Effective Instruction for Calculus Learning Outcomes through Blending Co-operative Learning and GeoGebra. *Mathematics Teaching Research Journal*, 2022; 14(3): 170-189.

26. ZETRIUSLITA, Z.; ARIAWAN, R. Students' Mathematical Thinking Skill Viewed from Curiosity through Problem-Based Learning Model on Integral Calculus. *Infinity Journal of Mathematics Education*, 2021; 10(1): 31-40.